LE LOGEMENT DURABLE EN CLIMAT FROID

Terry Robinson
Division de la recherche
Société canadienne d'hypothèques et de logement

pour

L'Association des villes d'hiver - Forum 91
Sault-Sainte-Marie (Ontario)
Du 21 au 25 janvier 1991

92-04329/

LE LOGEMENT DURABLE EN CLIMAT FROID

Terry Robinson, membre de l'IRAC et de l'AAO
Recherchiste principal, Division de la recherche
Société canadienne d'hypothèques et de logement

Pour : L'Association des villes d'hiver - Forum 91
Sault-Sainte-Marie (Ontario)
Du 21 au 25 janvier 1991

INTRODUCTION

Le souci de l'environnement global n'a cessé de croître ces dernières années, surtout depuis la publication, en 1987, du rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement. Les pays au climat froid, comme le Canada, contribuent démesurément au stress environnemental, en raison d'une consommation supérieure d'énergie, d'eau et d'autres ressources par habitant et d'une production élevée de polluants nuisibles à l'air, à l'eau et au sol.

Depuis deux ans, la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL), l'agence fédérale de l'habitation, examine résolument les moyens d'ajouter à la durabilité des logements au Canada. Le logement constitue un important élément de l'équation du développement durable, exerçant une influence considérable sur l'environnement et sur l'économie.

Bien que l'expression «climat froid» évoque le Grand Nord canadien, le présent document s'attardera sur les régions tempérées du pays où vit la majorité de la population. Ce document décrit sommairement le lien entre le logement en climat froid et la crise environnementale, propose une définition au sens large de la durabilité en regard du logement canadien et en expose les conséquences pour les concepteurs et les constructeurs d'habitations.

1. RÉPERCUSSIONS ENVIRONNEMENTALES ET ÉCONOMIQUES

1. La crise environnementale et la crise de l'énergie des années 70

Il importe de distinguer l'actuelle crise environnementale de la crise de l'énergie des années 70. Il y a 15 ans, la préoccupation première consistait à économiser l'énergie dans le but d'épargner de l'argent et de réduire notre dépendance à l'égard des approvisionnements étrangers. Aujourd'hui, les Canadiens font face à une foule de répercussions environnementales, dont bon nombre sont essentiellement globales et certaines exigent d'importants changements au sein de la société.

Le rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement souligne la nécessité d'envisager de front les questions environnementales et économiques et donne de nombreux exemples des liens complexes qui les unissent[1]. D'autres organismes, comme la SCHL et Santé et Bien-être social Canada, y ajoutent une troisième dimension : l'aspect social et la santé.

Il est donc nécessaire d'aborder le développement durable dans son acception très large. Cela s'applique particulièrement au logement, qui agit sur l'environnement de bien des façons et joue un rôle primordial dans l'économie et la société canadiennes.

2. Incidence du logement sur l'environnement

La production et l'exploitation d'ensembles résidentiels au Canada exercent une incidence considérable sur l'environnement. Les paragraphes qui suivent en résument l'étendue[2].

Énergie : Les pays à climat froid consomment généralement beaucoup d'énergie pour le chauffage des habitations et le transport. Le Canada affiche, par habitant, l'une des plus fortes consommations d'énergie au monde. En effet, il consomme 50 p. 100 plus d'énergie que la Suède, pays partageant un climat et une répartition de population semblables. Cette grande consommation est attribuable, du moins en partie, à des aspects non écologiques de notre style de vie. Une telle consommation d'énergie se rapporte directement aux problèmes environnementaux tels que l'émission de gaz à effet de serre, les

pluies acides, l'inondation des terres des populations aborigènes et l'élimination de déchets radioactifs. Environ 20 p. 100 de notre consommation énergétique totale est consacrée au chauffage, à la climatisation et à la tenue des habitations. En outre, l'énergie indirecte ou l'énergie de production nécessaire à la construction, à la rénovation et à la démolition des habitations ainsi qu'aux infrastructures requises compte pour 5 à 10 p. 100 de la consommation totale d'énergie.

Eau potable et eaux usées : Quoique l'approvisionnement en eau ne pose généralement pas de problème dans les pays à climat froid, le coût du traitement de l'eau, de l'élimination des eaux usées et des infrastructures requises prend aujourd'hui une dimension d'envergure. Les Canadiens consomment le plus d'eau par personne après les États-Unis, soit 80 p. 100 de plus qu'en Suède. Seulement 5 p. 100 de la consommation domestique d'eau potable satisfait des besoins essentiels comme boire ou préparer les aliments, 70 p. 100 servant à actionner la chasse d'eau des toilettes et à arroser les pelouses. Au Canada, seulement 44 p. 100 des collectivités bénéficient d'un service quelconque d'épuration des eaux usées.

Déchets solides : Même s'il est le deuxième pays au monde en superficie, le Canada vit une situation de crise aiguë en ce qui concerne les décharges publiques puisque la majorité de sa population est concentrée dans un petit nombre d'agglomérations urbaines. À cette crise s'ajoute le problème croissant des sols toxiques qui contaminent les terres et la nappe souterraine. En moyenne, les Canadiens produisent quotidiennement 2 kg de déchets solides par personne, plus que quiconque dans le monde. La construction est à l'origine de 16 p. 100 de la production totale de déchets solides, dont environ 1/5 provient des maisons neuves. Une maison neuve typique à Toronto donne lieu à 2,5 tonnes de rebuts de construction.

Utilisation des sols : Les terres agricoles sont très limitées dans les pays à climat froid en raison des courtes saisons de croissance. Environ 50 p. 100 des meilleures terres agricoles du Canada se trouvent à moins de 160 km des grands centres urbains et pourraient finir par être menacées. En général, les aménagements résidentiels occupent 50 p. 100 des sols urbains, tandis que les voies de circulation en couvrent 20 p. 100. Les maisons individuelles, la forme d'habitation la moins efficiente, logent 60 p. 100 des Canadiens. À cause de la

croissance anarchique des villes, le transport constitue maintenant une plus grande source de pollution atmosphérique que le chauffage des locaux et les activités industrielles. Les habitations à faible densité d'occupation, et la nécessité de se déplacer en véhicule, menacent peut-être le plus la durabilité urbaine au Canada, vu leurs nombreux effets sur la consommation d'énergie, l'infrastructure, la pollution de l'air et les terres agricoles.

3. Effet de l'environnement sur les habitations et leurs occupants

En plus de causer des problèmes environnementaux, l'habitation en subit les retombées.

L'habitation est particulièrement vulnérable à l'infiltration des **gaz souterrains** comme le méthane et autres substances organiques volatiles se dégageant des décharges publiques et des lieux contaminés, de sorte que l'occupation optimale et le réaménagement des sols urbains amènent une situation problématique.

La **pollution de l'air intérieur** pose un problème dans les logements en climat froid puisque nous passons une si grande partie de notre temps à l'intérieur, que nos habitations gagnent de plus en plus en étanchéité, et qu'elles sont fabriquées et meublées avec des matériaux synthétiques. Des mesures d'économie d'énergie mal conçues ou appliquées à mauvais escient risquent d'aggraver le problème. L'exposition aux polluants de l'air intérieur peut nuire à la santé, causer des allergies et même, dans les cas extrêmes, se traduire par une hypersensibilité à certaines substances.

La **dépendance à l'égard du réseau électrique** rend les gens vulnérables en période de baisse de tension et de panne, en particulier les personnes âgées.

Par suite de l'exigence de protéger les fondations contre le gel de façon à en prévenir les mouvements structuraux, la majorité des maisons canadiennes comportent un sous-sol, lequel s'utilise de plus en plus comme aire habitable. Toutefois, le mauvais **écoulement des eaux pluviales** se révèle une importante cause de l'inondation des sous-sols[3], entraînant non seulement des pertes matérielles, mais aussi des problèmes de santé à cause de la prolifération de la moisissure.

Toutefois, des conséquences environnementales plus graves restent peut-être à venir si l'on considère les effets que pourraient entraîner les **changements climatiques** par suite du réchauffement de la planète. Des orages et des vents plus fréquents et plus violents porteraient un dur coup à la durabilité des bâtiments. Plus effrayante encore serait la dévastation possible des villes côtières canadiennes en raison de l'élévation du niveau de la mer.

4. Le logement et l'économie

Étant donné que le Canada est un pays jeune en pleine croissance où la population est clairsemée, le logement joue un rôle primordial dans l'économie, représentant un million d'années-personnes d'emplois par année et 5 p. 100 de notre produit intérieur brut. Les prêts hypothécaires résidentiels correspondent à 25 p. 100 des dettes totales au Canada, tandis que la propriété constitue le plus important avoir propre de la plupart des Canadiens.

La construction d'habitations est un peu le baromètre de l'économie nationale. La fluctuation des mises en chantier se perçoit comme l'une des premières manifestations de l'essor ou du ralentissement économique. L'état de l'économie peut avoir des effets bénéfiques ou désastreux sur les valeurs de revente des propriétés.

Jusqu'à présent, les problèmes environnementaux n'ont pas eu d'incidence marquée sur la valeur des maisons, exception faite des propriétés touchées par des sols contaminés ou subissant des inondations périodiques. Cependant, si l'on transposait les véritables coûts environnementaux en coûts d'énergie et de ressources, quels en seraient les effets sur les frais de possession et de tenue d'une maison, et quelles en seraient les conséquences pour l'économie canadienne?

5. Difficultés particulières que pose le logement au Canada

Le rôle et la nature du logement en Amérique du Nord posent d'autres défis sociétaux et logistiques à l'amélioration de la durabilité.

Caractère variable et régional : Les habitations sont moins normalisées que les bureaux ou les locaux commerciaux, variant beaucoup selon la conception, les dimensions, l'âge, la méthode de construction, la qualité d'exécution et la gamme de l'appareillage mécanique. La diversité du climat canadien, s'échelonnant de 3 000 à 13 000 degrés-jours Celsius, complique davantage la situation. Les méthodes de construction régionales ont évolué en fonction du climat, de la disponibilité des matériaux, des sources d'énergie, des traditions et des valeurs socio-culturelles. Il est impossible d'envisager chaque maison suivant la perspective d'un consultant et pourtant il est difficile de prescrire des solutions universelles. Par exemple, l'étanchéité à l'air peut rendre certaines maisons plus éconergiques et susciter des problèmes de qualité de l'air dans d'autres.

Nature fragmentaire de l'industrie du logement : Au Canada, la conception et la construction des habitations est très décentralisée, nécessitant l'intervention d'un grand nombre de petits entrepreneurs. Plus de 70 p. 100 des constructeurs, par exemple, bâtissent au plus cinq habitations par année. L'industrie du logement, généralement réservée et orientée vers la demande, implante très lentement les innovations. Il est en outre difficile de bien former et d'éduquer ses membres.

Propriété et contrôle : La propriété est également hautement décentralisée puisque 62 p. 100 des habitations canadiennes sont occupées par leur propriétaire. L'ameublement et la décoration d'une habitation, son entretien et sa tenue dépendent surtout des occupants, qu'ils soient propriétaires ou locataires. Mettre toute cette population si vaste et si diverse au fait des questions environnementales et énergétiques pose tout un défi.

Un véhicule d'investissement : L'habitation est devenue un bien coûteux au Canada, en partie à cause de la rigueur du climat, mais surtout en raison de la situation générale d'abondance et du prix élevé des terrains découlant des pressions créées par l'urbanisation. Par conséquent, l'habitation constitue

aujourd'hui le plus grand investissement de la majorité des Canadiens[4]. Notre préoccupation relativement à la valeur de revente s'est amplifiée au fur et à mesure que notre mobilité s'est accrue. Cette tendance a deux conséquences pour la durabilité : les propriétaires peuvent manifester de la réticence à investir des capitaux en vue d'apporter des améliorations «vertes» lorsque les taux d'intérêt en vigueur rendent les délais de récupération extrêmement longs, sans compter que le syndrome «pas dans ma cour» risque de gêner considérablement l'optimalisation des sols urbains.

II. VERS UNE DÉFINITION PLUS LARGE DE LA DURABILITÉ

Bien que le thème de l'énergie domine toujours dans les pays septentrionaux industrialisés, le concept de la durabilité s'étend à tous les aspects de l'environnement et doit aussi englober les questions économiques et sociales. Le logement durable, selon la SCHL, doit réussir à répondre à une vaste gamme de critères, à savoir :

1. L'énergie et les ressources

Ces facteurs ont probablement les conséquences environnementales les plus évidentes et les plus immédiates.

Une réduction de l'énergie totale d'exploitation sera requise surtout pour diminuer les émissions de gaz à effet de serre. Cette réduction, s'appuyant sur l'acquis du Programme R2000 mis sur pied par Énergie, Mines et Ressources et par l'Association canadienne des constructeurs d'habitations, devra faire appel à des appareils, des installations mécaniques et des enveloppes de bâtiment éconergiques.

Il faudra également **réduire la demande énergétique de pointe** pour éviter de procéder à l'agrandissement majeur des centrales et pour utiliser au minimum les centrales à combustible. Idéalement, les habitations devraient être le plus autonomes possible en matière d'énergie.

L'utilisation maximale de l'énergie renouvelable contribuera à réduire la consommation d'énergie totale et de pointe. On pourra aussi mettre davantage

à contribution le chauffage passif, le chauffage solaire actif de l'eau, l'effet photovoltaïque ainsi que les thermopompes puisant l'énergie dans le sol.

Une utilisation réduite des matériaux et de l'énergie de production (indirecte) devrait passer par l'emploi maximal des matériaux recyclés, recyclables et renouvelables et par le choix de matériaux et de produits exigeant un degré d'utilisation énergétique moindre lors de leur fabrication.

La diminution de la consommation d'eau et de la production d'eaux usées allégera la charge des usines d'épuration et se traduira par une utilisation rationnelle des réserves d'eau potable, lesquelles diminuent graduellement.

La réduction des déchets solides, tant durant la construction que tout au long de l'existence du bâtiment, est essentielle si l'on veut retarder la crise imminente entourant les décharges publiques et la contamination des sols.

2. La science du bâtiment

La crise de l'énergie des années 70 a donné aux Canadiens la chance de faire des erreurs. L'occasion nous est aujourd'hui donnée de mettre à profit dans la science du bâtiment la leçon à en tirer. Le contrecoup de cette crise a suscité beaucoup de recherche en matière d'humidité, de qualité de l'air et de ventilation. Des percées scientifiques ont permis de mieux comprendre les principes fondamentaux du mouvement de la chaleur, de l'humidité, de l'air et de l'énergie. Les chercheurs canadiens ont acquis de solides connaissances sur l'interdépendance des composantes du bâtiment, c'est-à-dire l'approche systémique. Nous sommes donc plus à l'aise maintenant pour recommander des changements visant l'éconergie dans les maisons neuves et existantes sans craindre de nuire à la durabilité des habitations ou à la santé des occupants.

L'approche systémique est nécessaire si l'on tient à résoudre les problèmes énergétiques et environnementaux tout en tenant compte de l'interdépendance des composantes de l'habitation, sans causer d'effets secondaires.

Un cadre de vie intérieur sain doit être créé grâce à une bonne qualité de l'air et au confort hygrothermique (température et humidité) des occupants.

On doit prendre en considération la **durabilité de l'enveloppe des bâtiments**, surtout dans l'optique de la détérioration par l'humidité, pour modifier des habitudes de consommation d'énergie et d'utilisation des matériaux en vue d'assurer la longévité du parc résidentiel.

3. L'abordabilité

Selon la SCHL, l'abordabilité fait aussi partie intégrante du logement durable. En effet, la preuve doit être faite que la durabilité est à la portée de tous les Canadiens sans pour autant grever les budgets publics ni créer d'autres cycles de dépendance.

L'utilisation optimale des terrains et de l'espace intérieur doit faire partie des objectifs de conception.

L'adaptabilité aux divers modes d'occupation devra faciliter les changements au sein des familles, le vieillissement des occupants et l'aménagement d'appartements accessoires.

La **capacité d'agrandissement** devra permettre d'augmenter graduellement la surface aménagée à mesure que les familles accueilleront de nouveaux membres et qu'elles pourront s'offrir l'espace supplémentaire.

L'autoassistance réduit le capital requis, le service de la dette et les coûts d'entretien.

4. La commercialisation

Le virage vert de l'industrie canadienne de l'habitation ne deviendra réalité que lorsque ces changements seront perçus comme économiquement réalisables.

On doit pouvoir compter sur un **marché potentiel** pour que le secteur privé puisse s'engager pleinement dans ce processus et que les innovations technologiques puissent connaître le succès commercial.

Des **occasions de commerce** devront être créées à l'étranger grâce aux innovations des industries canadiennes de la fabrication, de la construction et de l'expertise.

Il est essentiel de pouvoir **appliquer les nouvelles techniques au parc résidentiel existant** puisque les habitations neuves ne représentent qu'une faible portion du parc total (moins de 2 p. 100 par année à l'heure actuelle).

5. La collectivité

Les critères précédents pourraient mener à une maison durable, mais pas nécessairement à un activité durable. Bien qu'il ne soit pas du ressort du présent document d'examiner les questions ayant trait à la planification des collectivités, il importe de reconnaître que d'importants changements devront s'y manifester.

La réduction de 20 p. 100 des émissions de dioxyde de carbone visée d'ici à l'an 2005 comme le préconisait la Conférence sur l'atmosphère en évolution (Toronto) signifiera en fait une réduction de 50 p. 100 puisque l'on prévoit que la consommation d'énergie augmentera de 60 p. 100 au cours des 15 prochaines années et que, par conséquent, la réduction escomptée devra être considérée comme devant passer de 160 p. 100 à 80 p. 100 de la consommation actuelle. De plus, l'objectif de 20 p. 100 comme tel était issu d'un compromis entre ce que l'on croyait possible d'atteindre et ce qui était nécessaire, soit une réduction de 50 à 80 p. 100 selon les experts en changements climatiques[5]. Une réduction de cet ordre ne peut être réalisée simplement en examinant les bâtiments de façon individuelle. Il s'agit plutôt d'examiner l'utilisation globale de l'énergie au sein des collectivités.

Il est de plus en plus question des critères nécessaires à la création de collectivités durables. Parmi ces critères, notons l'empiètement minimal sur les terres agricoles et le milieu naturel, l'utilisation optimale de l'infrastructure existante et la réduction au minimum de la consommation énergétique nécessaire au transport et la diminution de la pollution atmosphérique. Satisfaire à ces critères supposera vraisemblablement de procéder à l'optimalisation des sols urbains, de freiner l'étalement des banlieues et de mieux intégrer le logement à l'emploi et aux services.

III. CONSÉQUENCES POUR LA CONCEPTION ET LA CONSTRUCTION DES HABITATIONS EN CLIMAT FROID

Les critères précédents amèneront des répercussions sur la conception et la construction des habitations, à trois paliers : les composantes (produits, matériaux et équipement), l'habitation proprement dite, ainsi que le quartier et la collectivité.

Les recherches récentes et en cours menées par la SCHL et d'autres organismes sont abordées ci-après. Nous tenterons de montrer comment les résultats de ces recherches peuvent changer la façon de concevoir et de construire les habitations au Canada.

1. Composantes durables : produits, matériaux et équipement

a) Utilisation minimale de l'énergie de production

La SCHL achèvera bientôt une étude intitulée **Energy Intensity of Building Materials and Techniques** (Degré d'utilisation énergétique des matériaux et des techniques de construction), laquelle examine l'énergie de production des matériaux de construction. Cette énergie s'utilise dans l'extraction des matières premières, le traitement primaire, la fabrication secondaire, l'assemblage des composantes, la construction sur le chantier et en fin de compte la démolition. Il s'agit d'un travail exigeant, vu la difficulté de déterminer ce qui doit et ne doit pas être inclus et d'obtenir des données significatives sur la portée des activités en cause. Des matériaux ayant un très haut degré d'utilisation énergétique se prêtent merveilleusement à la récupération et au recyclage, ce qui constitue une complication additionnelle[6].

Malgré ces limites, les premiers résultats s'avèrent fort intéressants. L'énergie de production d'un bâtiment semble correspondre à entre 10 et 30 ans d'énergie opérationnelle. Voilà certes une différence tout à fait appréciable, surtout pour l'habitation, car elle offre souvent une espérance de vie beaucoup plus courte que les immeubles commerciaux ou les établissements. L'étude poussée de l'énergie de production d'assemblages résidentiels types réserve des surprises. Par exemple, dans un mur type à

ossature de bois, les composantes énergétiques dominantes sont la peinture intérieure et les plaques de plâtre[7].

L'étude de l'énergie de production permet aussi de calculer le délai de récupération fondé sur l'énergie investie et l'énergie épargnée, c'est-à-dire «le rendement énergétique de l'investissement». Ce genre d'étude offre un point de vue différent des analyses de récupération traditionnelles, lesquelles dépendent de la fluctuation du prix de l'énergie (variant souvent au gré des politiques), des matériaux et de la main-d'oeuvre. Ainsi, comparer un mur classique à ossature de bois en 2 x 4 isolé de fibre de verre avec un mur en 2 x 6 permet de constater que l'énergie de production y sera supérieure en raison de l'accroissement des dimensions des éléments d'ossature et de l'ajout d'isolant. On estime que la «récupération énergétique» prendra environ trois ans, délai tout à fait avantageux.

Une autre observation initiale découlant de ce travail est que la construction à ossature de bois au Canada est généralement une technologie exigeant une faible consommation d'énergie, promise à un brillant avenir tant au pays qu'à l'étranger au fur et à mesure que les questions environnementales gagneront en importance.

Le fruit du travail de la SCHL dans ce domaine a mené à la création d'un outil de conception prenant la forme d'un tableur destiné à aider les concepteurs, les constructeurs et les décideurs à choisir leurs matériaux.

b) Réduction des polluants intérieurs

La SCHL a mis de l'avant une étude visant à proposer des **choix de matériaux de construction** évalués sur deux plans. En plus d'étudier les répercussions environnementales de la fabrication des matériaux, l'étude cherche à les coter selon leur dégagement de polluants préjudiciables à la qualité de l'air intérieur. Cette dernière évaluation se fonde sur les résultats de recherches antérieures qui tentaient de découvrir des façons de produire des logements convenant aux personnes hypersensibles aux polluants environnementaux[8].

c) Adaptation à de nouvelles technologies

En 1989, l'atelier intitulé «Buildings of the 21st Century» (bâtiments du XXI^{e} siècle)[9] soulignait les nouvelles tendances dans le domaine des installations mécaniques et des matériaux de construction novateurs, dont beaucoup offrent la possibilité de réduire la consommation d'énergie et d'exercer des effets moins nocifs sur l'environnement.

Puisque le domaine des techniques novatrices du bâtiment est très vaste, nous nous contenterons d'y jeter un bref coup d'oeil au moyen de deux exemples contrastants.

Le premier exemple touche un secteur à évolution rapide de la technologie des composants qui aura des conséquences considérables pour les bâtiments en climat froid : les **vitrages perfectionnés**.

Les fenêtres super-performantes se sont déjà taillé une place importante sur le marché, surtout celles qui présentent un vitrage à faible émissivité ou à couche de gaz rare. On trouve également d'autres techniques toujours en cours d'élaboration, comme les vitrages électrochromes commandés par interrupteur, les vitrages ayant recours à l'aérogel de silice et à la mise sous vide.

Les fenêtres revêtent une grande importance pour le logement en climat froid. D'abord, elles favorisent l'ensoleillement, l'éclairage naturel et agrémentent la perspective, tout en amenuisant les effets psychologiques de rester confiné à son logement la moitié de l'année. Ensuite, elles constituent la plus grande source de déperdition de chaleur de la plupart des maisons. C'est pourquoi des améliorations radicales apportées aux propriétés thermiques et transmissives des vitrages amélioreront grandement le confort et le comportement des logements en climat froid. Les vitrages perfectionnés révolutionneront sans doute la faisabilité des installations solaires passives, et probablement aussi celle des systèmes actifs. Ce progrès aura une incidence importante sur l'aménagement extérieur, l'agencement intérieur, l'emmagasinage et la distribution de la chaleur, le dimensionnement des installations de chauffage traditionnelles et les taux d'humidité admissibles.

Comme second exemple, nous avons choisi, pour bien marquer le contraste, une technique moins prestigieuse sur laquelle, malheureusement, peu de recherches ont été faites jusqu'à présent : les **ventilateurs**.

Une ventilation suffisante et la qualité de l'air importent particulièrement dans les climats froids puisque les gens passent tellement de temps à l'intérieur et que les rigueurs du climat exigent une enveloppe de bâtiment étanche pour éviter au maximum les infiltrations d'air extérieur.

L'adoption, en 1990, de la première norme canadienne en matière de ventilation résidentielle (CSA F326) a permis de constater avec étonnement que les ventilateurs d'extraction types offerts aux constructeurs affichent une efficacité éconergique de l'ordre de 3 p. 100[11], comparativement à 10 p. 100 pour les ventilateurs d'appareils de chauffage. En comparaison, l'efficacité des ventilateurs d'immeubles commerciaux varie généralement entre 50 et 60 p. 100. Mais il y a pire : la plupart des ventilateurs résidentiels appelés à fonctionner continuellement ont une durée utile de moins de 6 mois. De l'équipement aussi peu performant a des effets négatifs tant sur l'éconergie que sur la qualité de l'air intérieur. Il est évidemment inutile de recommander l'installation de systèmes perfectionnés de chauffage et de ventilation tant que ne sera pas rehaussée la qualité de leurs composants fondamentaux.

d) Coordination et intégration des composants des bâtiments

Pour régler la question du cadre de vie intérieur et de l'environnement global, les concepteurs et les constructeurs devront mieux connaître la panoplie de plus en plus vaste de matériaux et d'équipement. De plus, ils devront faire en sorte que les produits innovateurs et traditionnels s'intègrent bien et offrent une tenue en service satisfaisante dans des conditions climatiques réelles et à pied d'oeuvre.

Ce rôle de coordination et d'intégration nécessitera une connaissance accrue, presque «intuitive» de la science du bâtiment s'appuyant au besoin sur un meilleur accès à des données de recherches et à des modèles informatiques plus poussés.

2. Maisons durables

Le Canada fait déjà preuve de chef de file mondial en matière d'éconergie résidentielle grâce au Programme R2000 mis sur pied par Énergie, Mines et Ressources Canada (ÉMR) et par l'Association canadienne des constructeurs d'habitations (ACCH). Nous présentons ci-dessous quelques initiatives de la SCHL et d'autres organismes qui visent à améliorer la capacité du Canada à construire des habitations à faible consommation d'énergie et saines pour l'environnement.

a) Réduction de l'énergie d'exploitation

ÉMR, en collaboration avec la SCHL, s'occupe présentement d'un projet titré **Environmental Impact Study for Housing : CO_2 Emissions** (étude des conséquences environnementales des émissions de CO_2 pour le logement) devant servir à constituer une base de données sur les habitudes de consommation d'énergie des foyers canadiens selon l'âge et la répartition géographique. Cette base servira ensuite à entreprendre des évaluations technologiques en vue de prévoir l'efficacité respective des différentes stratégies d'éconergie résidentielle visant à diminuer les émissions de gaz à effet de serre, telles que l'amélioration de l'enveloppe, l'amélioration des appareils ménagers, les pompes à chaleur, les appareils intégrés et les systèmes de cogénération.

La SCHL s'intéresse particulièrement aux installations mécaniques intégrées. Un projet portant sur la **rationalisation des installations énergétiques résidentielles** examine les moyens de mieux intégrer l'utilisation de l'énergie dans les foyers. Parmi ces moyens, notons la réduction de la taille des installations mécaniques grâce à l'efficacité accrue de l'enveloppe et des appareils; les méthodes d'intégration du chauffage, de la climatisation, de la ventilation, de l'entreposage et de la préparation des aliments, de l'éclairage et autres besoins en énergie, ainsi que les techniques nouvelles de récupérer la chaleur résiduelle de l'air évacué ou des eaux ménagères.

Sur le plan de l'énergie renouvelable, beaucoup de travaux louables ont été effectués, par ÉMR, sur l'utilisation de l'énergie solaire passive et, par le Conseil national de recherches (CNR), sur l'amélioration des thermopompes

puisant l'énergie dans le sol. Le recours plus fréquent à des zones ensoleillées et à des verrières prendra vraisemblablement davantage de place dans la conception des bâtiments en raison des avantages qu'ils procurent du point de vue du chauffage, de l'éclairage et de la santé physique et psychologique des occupants. Toutefois, une conception et une exécution appropriées seront essentielles en ce qui concerne l'orientation, l'emmagasinage thermique, la distribution de la chaleur, l'isolation et la ventilation estivale pour que les zones aménagées ne se caractérisent pas simplement par un réchauffement excessif en été et une déperdition thermique en hiver. La SCHL a apporté sa contribution en reconnaissant que les calculs détaillés et les simulations informatiques posent un obstacle pour la plupart des concepteurs. La SCHL a donc mis au point des outils graphiques comme «GRAPHEAT»[12] et «GRAPHSHADE»[13] en plus de publier un guide empirique [14] à l'intention des concepteurs pour réussir à intégrer les installations solaires passives aux habitations classiques.

L'éconergie tend ultimement vers la création d'une maison d'énergie zéro. Une étude proposée pour 1991 examinera les limites théoriques de l'éconergie ainsi que l'utilisation de l'énergie renouvelable dans les maisons afin de mieux orienter les recherches futures.

Notons que malgré toute la recherche qui a été menée dans le domaine de l'énergie, des surprises sont toujours possibles. Par exemple, quelques études ont permis de découvrir que la consommation d'énergie dans les tours d'habitation pouvait s'apparenter, dans un même secteur, à celle des maisons individuelles, en dépit d'un ratio plus efficient de la surface extérieure et du volume intérieur. Les tours d'habitation se prêtent donc bien à des améliorations énergétiques.

b) Réduction de l'effet des autres facteurs environnementaux

Dans le domaine de l'eau potable et des eaux usées, une étude sur la **conservation des eaux domestiques**, entreprise en collaboration avec Environnement Canada, fait état des diverses technologies et stratégies axées sur la réduction de la consommation d'eau et la production d'eaux usées dans les habitations. Outre les nouvelles options offertes aux constructeurs et aux concepteurs, telles que les robinets avec aérateur et à débit réduit, les

réservoirs de toilette économes en eau et les commandes de débit perfectionnées, cette étude évalue la faisabilité d'installations à deux conduites permettant d'isoler l'eau potable et l'eau non potable ainsi que la récupération et la conservation des eaux pluviales.

Pour ce qui est de la réduction des déchets solides, la SCHL collabore avec l'association des constructeurs d'habitations de Toronto à un projet portant sur la **démonstration de techniques de rechange en matière de gestion des rebuts dans la construction résidentielle**. Issu du rapport de l'association précitée sur l'actuelle crise entourant les décharges publiques[15], ce projet analyse les facteurs qui entrainent la production de rebuts aussi bien pour la construction neuve que pour les travaux de rénovation. Il étudie également les possibilités de recyclage (on croit en effet que 50 p. 100 des rebuts actuellement produits pourraient être réutilisés) et éprouve diverses solutions. L'ACCH de Colombie-Britannique vient d'entreprendre un projet en ce sens. Pour les concepteurs, des pratiques de conception ayant recours au calcul à valeur optimale[16] peuvent donner lieu à des agencements modulaires et à des portées optimales, réduisant à la fois la quantité totale des matériaux et des rebuts de construction.

c) Mise à profit des solutions de la science du bâtiment

En science du bâtiment, la SCHL, ÉMR, le CNR et d'autres organismes de recherche ont acquis une meilleure compréhension, au cours des années 80, des rapports complexes et souvent subtils qui existent entre l'enveloppe du bâtiment, les installations mécaniques, les conditions atmosphériques, l'état du sol et les occupants, et des effets sur les mouvements de la chaleur, de l'air et de l'humidité. L'approche systémique de la recherche sur l'habitation cherche à éviter les problèmes d'humidité et de qualité de l'air intérieur dans les bâtiments en climat froid.

Grâce à la recherche sur l'humidité, on s'est rendu compte que les mesures initiales d'économie d'énergie avaient souvent poussé l'enveloppe du bâtiment au maximum de sa tolérance, compromettant ainsi tant la durabilité du bâtiment (détérioration causée par l'humidité) que la santé des occupants (allergie aux moisissures et troubles respiratoires). La recherche a mis en évidence certaines nécessités : éliminer l'humidité à l'intérieur; améliorer

l'exécution de l'enveloppe, surtout en ce qui a trait au pare-air et au compartimentage des écrans pare-pluie; mettre au point des installations de ventilation intelligentes qui enlèvent l'humidité plutôt que de favoriser son accumulation dans les cavités, le vide sanitaire et le vide sous toit; modéliser les assemblages innovateurs pour évaluer leur comportement dans différentes conditions climatiques; mettre en application les codes du bâtiment en tenant compte des particularités régionales[17].

La recherche dans le domaine de la qualité de l'air intérieur fait ressortir la nécessité de bien choisir les matériaux à faible émission; de bien concevoir les appareils de combustion de manière à éviter les émanations de gaz de combustion dans l'air intérieur; d'installer des systèmes de ventilation efficaces éliminant le dioxyde de carbone et les autres polluants; et de concevoir des écrans ou des systèmes de ventilation permettant de minimiser l'infiltration de radon et d'autres gaz souterrains dans les sous-sols d'habitations.

d) Amélioration de l'abordabilité

Sur le plan de l'abordabilité, les initiatives qui ont mené à des modèles de maisons modestes, comme les maisons en rangée à façade étroite construites à la fin des années 70 sur les plaines Lebreton ou, plus récemment, la «maison évolutive» de l'Université McGill, enseignent beaucoup de choses aux concepteurs et aux constructeurs. Notons ici qu'en Scandinavie, la taille des maisons a sans cesse diminué tout au long des années 80, tandis que le Canada a connu une situation inverse. De toute évidence, les concepteurs de maisons modestes devront créer des aires intérieures novatrices et polyvalentes afin de les faire accepter.

La SCHL a été la première à vanter le concept des **logements polyvalents**[18] s'adaptant aux changements d'occupation et permettant de créer des appartements séparés pouvant être réunis ultérieurement, comme l'ont démontré, en 1989, l'ACCH et l'association des constructeurs d'habitations du district de Hamilton avec la maison «CHARLIE».

La capacité d'agrandissement, permettant aux familles d'accroître progressivement leur espace de séjour selon leurs moyens financiers, a été

traitée par deux études s'intéressant à l'agrandissement au sein même de la charpente.

L'étude intitulée **Reclaiming the Attic**[19] (Redécouvrons le grénier) propose un retour aux attiques en alliant un concept traditionnel avec les nouvelles technologies d'ossature. On a découvert que divers modèles de fermes de toit se prêtent à l'aménagement abordable d'espaces habitables.

Une autre étude, **Advances in Basement Technology**[20] (Évolution de la technologie des sous-sol), fait état de méthodes tendant à rehausser les techniques de construction des sous-sols pour qu'ils se prêtent à l'aménagement d'aires habitables de grande qualité exemptes d'humidité et d'infiltration de gaz souterrains. Cette étude propose également des méthodes de construction simplifiées permettant d'abaisser de 8 à 2 le nombre d'éléments muraux dans l'exécution des sous-sols, de diminuer considérablement le nombre de déplacements-personnes pendant leur construction et, ainsi, d'en réduire les coûts globaux.

On met actuellement à l'essai un **modèle d'estimation du coût global** incluant un module détaillé d'analyse de l'énergie et une base de données des coûts en immobilisations, des coûts d'entretien, des frais de fonctionnement et des coûts de remplacement. Ce modèle permettra de déterminer des stratégies optimales pouvant servir à abaisser les coûts à long terme de l'habitation. De nombreux concepteurs mettent déjà à profit des outils informatiques comme le programme Hot-2000 pour prévoir le comportement énergétique des diverses composantes.

Dans le secteur de l'auto-assistance, la SCHL achève son **Programme de démonstration pour les ruraux et autochtones**, visant à réaliser 500 logements en cinq ans, qui semble avoir réussi à favoriser la construction, par le propriétaire, de logements de base dans les régions septentrionales et éloignées au coût d'environ 40 à 45 mille dollars chacun. Pour les concepteurs, il existe des occasions de simplifier et de rationaliser les modèles d'habitation et les méthodes de construction pour faciliter l'assemblage. La SCHL examine également les possibilités d'auto-assistance en milieu urbain et fournit présentement son aide au projet de démonstration Whitney Pier, à Sydney, en Nouvelle-Écosse, qui touche 10 familles. Les études de la SCHL

signalent que 25 p. 100 de tous les logements construits au Canada chaque année l'ont été par leur propriétaire, ce dernier agissant même, dans certains cas, comme son propre maître d'oeuvre, que leur qualité égale celle des logements bâtis par les membres de l'industrie et qu'ils ont une plus grande chance d'être bien entretenus[21]. Même si l'industrie considère ces activités comme concurrentielles, il semble que l'auto-assistancee crée en fait des débouchés pour les corps de métier et ajoute aux mises en chantier qui, autrement, ne verraient pas le jour[22].

3. Quartiers et collectivités durables

Puisque ce document porte sur les bâtiments, il ne livre pas d'exposé détaillé sur les questions actuelles d'urbanisme, mais esquisse toutefois une ébauche des effets qu'auront les changements probables en matière de planification résidentielle sur la conception et la construction des habitations.

Le plus important changement sera probablement l'abandon progressif de l'automobile comme moyen de transport. La moins grande mobilité devra être compensée par une augmentation de la densité de population et par une plus grande diversité d'habitations pouvant se trouver plus près des lieux de travail, des écoles et des services. Les collectivités «vertes» du futur, en plus de compter sur des bâtiments plus efficaces du point de vue des besoins en eau et en énergie, pourront afficher les caractéristiques suivantes : lots de moindre superficie, marges de recul et emprises des rues réduites, moins d'automobiles par foyer et utilisation accentuée du transport en commun, des voies piétonnières et des pistes cyclables, production minimale d'ordures et programmes de recyclage mieux intégrés, utilisation plus écologique des cours, pelouses occupant une moins grande surface, jardins et végétation naturelle plus abondants, meilleure conservation des eaux pluviales, meilleure utilisation de l'infrastructure, populations et types d'occupation plus diversifiés, meilleur contrôle de la pollution de l'air et de l'eau, et préservation accrue du milieu naturel et des cours d'eau[23].

Les concepteurs et les constructeurs devront procéder à de nombreux rajustements pour faire face à de tels changements.

a) Optimalisation des zones urbaines

Des concepts novateurs seront nécessaires pour faire accepter de plus fortes densités, concepts qui s'inspireront sans doute largement de la situation qu'ont vécue le Canada dans les années 70 et la Scandinavie où la disposition des habitations a servi à définir les cours de manière à créer d'intéressants espaces urbains à l'échelle humaine[24]. La densification devra obligatoirement passer par un bon isolement acoustique et visuel, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. Le fait d'allier forte densité et logements modestes accroîtra l'importance d'une bonne conception pour réussir dans un marché de plus en plus concurrentiel.

b) Conception selon le climat

Même dotées d'enveloppes et d'appareils de chauffage de plus en plus éconergiques, les habitations canadiennes, à l'heure actuelle, ne sont généralement pas conçues pour les rigueurs de notre climat. Les plans et les terrains destinés aux maisons évoquent davantage des lieux de villégiature hivernale que des villes septentrionales. Pourtant, à la comparaison suivante des indices de rigueur hivernale[25], on constate que la plupart des villes canadiennes sont vraiment des «villes d'hiver». Même à Toronto, les hivers sont plus rigoureux que dans des centres nordiques comme Oslo, Stockholm ou Reykjavík.

Grandes villes canadiennes		Villes d'Europe du Nord	
Saskatoon	55	Moscou	54
Québec	54	Helsinki	48
Winnipeg	53	Oslo	42
Ottawa	50	Reykjavík	38
Edmonton	49	Stockholm	36
Montréal	49	Copenhague	25
Calgary	44		
Toronto	43		

En revanche, il faut aussi reconnaître que les villes canadiennes, surtout celles qui sont situées dans des zones de climat continental, peuvent connaître des périodes de chaleur extrême durant l'été.

Les quartiers doivent donc être aménagés de façon à donner lieu à des microclimats favorables dans les deux extrêmes. La disposition des logements doit minimiser l'effet du vent hivernal, restreindre l'accumulation de la neige et optimiser l'effet du soleil en hiver, tout en minimisant son infiltration en été et en tirant profit de l'ombrage et de la brise. On doit mieux mettre à profit les arbres et la couverture végétale de l'endroit. Certains prétendent qu'il est possible de réduire de 40 p. 100 les charges de chauffage et les charges calorifiques en mettant tout simplement l'accent sur l'aménagement extérieur et paysager[26].

Une telle conception tenant compte du climat est évidemment difficile à réaliser une fois les limites de terrain établies et doit donc être amorcée dès le début du processus de planification. Les pays scandinaves semblent avoir fait des progrès considérables dans la conception des collectivités et des bâtiments en fonction de l'infiltration solaire, de l'atténuation des effets du vent et de l'enlèvement de la neige. Depuis les années 50, les codes du bâtiment suédois prescrivent des quantités minimales d'ensoleillement pour les salons, les cuisines et les balcons[27].

c) Amélioration des collectivités existantes

La création de logements durables ne peut dépendre exclusivement de la venue de nouvelles collectivités ou lotissements «verts». Les principes environnementaux doivent aussi être graduellement incorporés au tissu urbain existant. À mesure que ces concepts seront appliqués aux collectivités existantes, les concepteurs auront de plus en plus d'occasions de mettre au point des façons novatrices de densifier les secteurs existants en utilisant d'anciens droits de passage ou des structures légères permettant d'accroître la hauteur des bâtiments[28].

d) Réforme de la réglementation et influence de l'attitude des consommateurs

On s'entend généralement pour dire qu'une réforme de la réglementation actuelle devra entrer dans le processus d'approche durable du logement. Le **Programme Abordabilité et choix toujours (ACT)**, auquel collaborent la SCHL, l'Association canadienne d'habitation et de rénovation urbaine (ACHRU), l'ACCH et la Fédération canadienne des municipalités (FCM), en constitue un exemple. Ce programme démontre des moyens de simplifier le processus réglementaire dans le but d'encourager une utilisation novatrice et optimale des sols.

Le syndrome «pas dans ma cour» entrave considérablement l'innovation en matière de planification et de conception. Les préoccupations environnementales peuvent être soulevées par les regroupements de citoyens s'opposant à l'aménagement à forte densité. Ce phénomène souligne l'importance de bien informer la population. Un projet de la SCHL intitulé **Consumer Housing Choices and the Environment** (environnement et options de logement pour les consommateurs) est à élaborer une matrice de décision pour les nombreux choix de logement que les consommateurs doivent faire et les effets de la consommation de l'énergie sur l'environnement afin d'aider les consommateurs à comprendre les conséquences de leurs décisions et de leurs attitudes.

CONCLUSIONS

À ce stade-ci, une gamme aussi vaste ou exigeante de préoccupations entourant la question du logement durable en climat froid requiert une synthèse des efforts pour proposer des solutions intégrées et holistiques.

Ayant mis de l'avant le principe du logement durable, lancé un certain nombre de projets visant à réunir les blocs d'information nécessaires et acquis au fil des ans un certain savoir-faire quant à l'environnement, la science du bâtiment et les aspects sociétaux du logement au Canada, la SCHL s'estime en mesure d'intégrer tous ces éléments et d'en faire la démonstration.

C'est pourquoi la SCHL a proposé, pour 1991-1992, un concours de conception d'habitations saines visant à encourager la conception de prototypes de maisons qui sont saines tant pour les occupants que pour l'environnement global. On prévoit que les détails de ce programme seront rendus publics au cours du deuxième trimestre de 1991.

Ce programme s'intéressera seulement au logement durable, la question des collectivités durables demeurant un défi beaucoup plus imposant à relever dans les années à venir.

Confrontés à la crise de l'environnement, les concepteurs devront renouveler leur engagement à créer des habitations, des quartiers et des collectivités respectant davantage la conjoncture environnementale. Ils devront non seulement se tenir à l'affût des recherches et des innovations, mais aussi participer à la production des logements. L'avenir verra peut-être une plus grande collaboration s'établir entre les concepteurs et les promoteurs ou les groupes communautaires intéressés au logement. Bien que l'on soit nombreux à dire que les architectes ont renoncé à leur rôle dans le domaine de l'habitation, le défi de l'environnement urbain durable leur donne l'occasion rêvée d'effectuer un retour.

Les visions du futur oscillent entre la science-fiction (cités abritées sous un dôme, villes sous-marines, technologie avancée) et la dure réalité des sans-abri et de la crise de l'abordabilité. Le logement durable de demain devra concilier ces deux visions.

RÉFÉRENCES

1. Brundtland, G.H. (président), Notre avenir à tous, Commission mondiale sur l'environnement et le développement, Montréal, Édition du Fleuve, 1989.
2. D'Amour, D., Sustainable Development: Its Origins and General Relationship to Canadian Housing, SCHL, 1990.
3. Wisner, Paul and Associates Inc., Protection of Basements Against Flooding: Trends and Impacts of Drainage Regulations, SCHL, 1990.

4. Mazikins, B., An Examination of Household Housing Expenditures: 1970-1986, SCHL, 1990.
5. Hengevelt, H., Allocution prononcée devant le Comité interministériel de recherche et développement énergétiques (CIRDE), Ottawa, 16 mars 1990.
6. Cole, R.J. et Rousseau, D., Environmental Impact of Commercial Building Design and Construction, 6th Canadian Construction Congress, Toronto, du 5 au 7 décembre 1990.
7. Russell, P., Moffat, S. et Cooper, K., Sustainable Housing: Criteria, Design Tools and Materials, 6th Canadian Construction Congress, Toronto, du 5 au 7 décembre 1990.
8. Drerup, O., Mattock, C., Rousseau, D. et Salares, V., Housing for the Environmentally Hypersensitive, SCHL, 1990.
9. Smith, J.A. et Rivera, J.D., Beyond the Year 2000: A Broad Analysis of the Future Trends That Will Affect Buildings, Compte rendu de l'atelier intitulé «Buildings of the 21st Century», Suisse, 1989.
10. Elmahdy, A.H. et Cornick, S.M., New Technology in the Window Industry, Compte rendu du séminaire intitulé «Les fenêtres : performance et technologie de pointe» présenté dans le cadre de la série «Regard 88 sur la science du bâtiment», Conseil national de recherches du Canada, 1988.
11. White, J.H., SCHL (travaux non publiés).
12. Building Engineering Group, Méthode d'évaluation du rendement thermique des maisons, SCHL, LNH 5879, 1986.
13. Okins, Leipciger, Cuplinskas, Kaminker and Associates Ltd, et IBI Group, GRAPHSHADE: A Graphical Method to Estimate the Effects of Shading in the Design of Low Energy Passive Solar Housing, SCHL, 1987.
14. Allen Associates and Marbek Resource Consultants, Modèles de maisons solaires passives pour le Canada, SCHL, LNH 6164, 1989.
15. REIC Consultants Ltd, Renova Consultants, RIS Ltd, Making a Molehill Out of a Mountain, Toronto Home Builders' Association, 1990.
16. Vanderwell, R.J., Optimum Value Engineering, Innovative Housing Grants Program, Alberta Municipal Affairs, 1988.
17. Robinson, T., Moisture Challenges in Canadian Energy-Efficient (Housing), International CIB Symposium: Moisture, Energy, Climate in Buildings, Rotterdam, septembre 1990.

18. Starr Group, Richard Drdla Associates et Jerome Markson Architects, Nouveaux logements densifiables, SCHL, LNH 6017, 1988.
19. Hulbert Group, Reclaiming the Attic, SCHL, 1989.
20. Becker Engineering Group et Scanada Consultants Ltd, Advances in Basement Technology, SCHL, 1990.
21. Don Ference and Associates Ltd, Survey of Lenders: Financing Options for Self Builders and Self-Contractors, SCHL, 1989.
22. Rowe, A., P.E.I. Residential Financing and Construction: Follow-Up Study and Survey, SCHL, 1990.
23. Isaacs, C., allocution devant le Comité national de recherche sur le logement, SCHL, Ottawa, 17 mai 1990.
24. Van Vliet, D.R., Urban Design Analysis of Innovative Residential Communities in Scandinavian Countries and Transference to Canadian Urban Planning, Faculty of Environmental Design, University of Calgary, 1990.
25. Phillips, D.W. et Crowe, R.B., Climate Severity for Canadians, Downsview Atmospheric Environment Service, CLI-1-84, 1984.
26. Bennett, J. (éditeur scientifique), Harrowsmith Landscaping Handbook, Camden House Publishing Ltd, 1985.
27. Westerberg, U., Experiences with the Use of Design Criteria, ECE Colloquium on Neighbourhood Planning and Housing Design in Cold and Subarctic Areas, Tromso, avril 1990.
28. Colin Bent and Associates Architects, Light Weight Steel: Apartment Intensification Study, SCHL, 1986.